



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO INICIAL DE 26 CLONES DE *Eucalypto*
Tropical, *Eucalyptus* spp EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL EN LA
PARROQUIA PUERTO LIMÓN, SANTO DOMINGO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA FORESTAL**

PILLAPA TUBÓN VALERIA LIZBETH
RIOBAMBA – ECUADOR

2019

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: El trabajo de tesis titulado “EVALUACION DE CRECIMIENTO INICIAL DE 26 CLONES DE Eucalipto Tropical, *Eucalyptus* spp EN UNA PLANTACION FORESTAL EN LA PARROQUIA PUERTO LIMÓN, SANTO DOMINGO”, de responsabilidad de la Señorita egresada Valeria Lizbeth Pillapa Tubón, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizado su presentación.

TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Dra. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD.

DIRECTOR.

Fecha: 05/11/2019



Ing. Víctor Mario García Mora

MIEMBRO.

Fecha: 05/11/2019.

RIOBAMBA – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Valeria Lizbeth Pillapa Tubón, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Los textos continuos en el documento que provienen de distintas fuentes que están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 05 de noviembre de 2019



Pillapa Tubón Valeria Lizbeth

180539732-8

AUTORIA

El presente trabajo de titulación es de propiedad intelectual del autor y de la empresa Novopan del Ecuador S.A. conjuntamente con la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Pillapa Tubón Valeria Lizbeth

180539732-8

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con mucho amor a mis padres Jesús Pillapa y Roció Tubón quienes con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia fueron mi principal inspiración y motor para llegar a cumplir esta meta.

A una personita muy especial Luis Pilla, quien supo escucharme y brindarme su apoyo incondicional todos los días de mi vida en los momentos buenos y malos para seguir con mis estudios hasta finalizarlos.

A mis queridos hermanos Mayra, Cesar, Maybeline y Leandro quienes con su consejo y cariño fueron parte esencial en mi formación como persona y como profesional.

A mis queridos abuelitos Maria Punguil, Segundo Tubón y Teresa Tibanquiza quienes me apoyaron económica y moralmente toda mi vida universitaria.

“Un dio lo soñé, luego lo intenté y finalmente lo logré”

Valeria Pillapa J.

AGRADECIMIENTOS

Primero dar gracias a Dios por la salud y fortaleza de no rendirme en este largo camino universitario, a mis queridos padres por haberme dejado la mejor herencia de mi vida mi profesión.

A la Dra. Rosita Castro como directora de tesis y al Ing. Víctor García como miembro, por su apoyo y tiempo, al igual que su paciencia y las ganas de ayudarme a formar como una gran profesional.

A los ingenieros del departamento de plantaciones forestales de la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. en especial a la Ing. Adriana Mejía, y al Ing. Luis Pinto por la oportunidad de compartir nuevos conocimientos.

De igual manera un fraterno agradecimiento a todos los ingenieros de la Carrera de Ingeniería forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por todos sus consejos y apoyo brindado.

Dios les pague a todos.....

Valeria Pillapa J.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE ANEXOS.....	iv
I. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO INICIAL DE 26 CLONES DE Eucalipto Tropical, <i>Eucalyptus</i> spp EN UNA PLANTACION FORESTAL EN LA PARROQUIA PUERTO LIMÓN, SANTO DOMINGO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	4
A. OBJETIVO GENERAL	4
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
IV. HIPÓTESIS	5
A. HIPÓTESIS NULA.....	5
B. HIPÓTESIS ALTERNANTE	5
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
A. CLONACIÓN	6
B. ESPECIES EN ESTUDIO	7
C. PLANTACIONES FORESTALES	18
D. EXPERENCIAS DE CULTIVOS CLONALES DE <i>Eucalyptus</i>	22
VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	23
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	23
B. MATERIALES Y EQUIPOS.....	23
C. METODOLOGÍA	24
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29

A.	Porcentaje de Supervivencia de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.....	29
B.	Diámetro a la Altura del Cuello DAC (cm) de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.	31
C.	Altura de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.	36
VIII.	CONCLUSIONES	44
IX.	RECOMENDACIONES	45
X.	RESUMEN	46
XI.	SUMMARY	47
XII.	BLIBLIOGRAFÍA	48
XIII.	ANEXOS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del (<i>Eucalyptus saligna</i>).....	10
Tabla 2. Clasificación taxonómica del <i>Eucalyptus urograndis</i>	14
Tabla 3. Propiedades organolépticas de la madera de <i>Eucalyptus urograndis</i>	16
Tabla 4. Características Edafoclimáticas del <i>Eucalyptus urograndis</i>	17
Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas del <i>Eucalyptus urograndis</i>	17
Tabla 6. Clones de <i>Eucalyptus</i> spp.	25
Tabla 7. Esquema de análisis de varianza.....	27
Tabla 8. Promedio del porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos en estudio.	29
Tabla 9. Análisis de varianza para el DAC de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.	31
Tabla 10. Separación de medias según Tukey al 5% para el DAC de los clones en estudio a los 120 días.	32
Tabla 11. Análisis de varianza para el DAC de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.	33
Tabla 12. Separación de medias según Tukey al 5% para el DAC de los clones en estudio a los 180 días.	34
Tabla 13. Incremento en porcentaje del diámetro a la altura del cuello.	35
Tabla 14. Análisis de varianza para la altura de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.	36
Tabla 15. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de los clones y las plantas de semilla comercial a los 120 días.	38
Tabla 16. Análisis de varianza para la altura de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.	39
Tabla 17. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de los clones y las plantas de semilla comercial a los 180 días.	40

Tabla 18. Incremento en porcentaje de la altura.	42
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos en estudio.	30
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS84 de la superficie en estudio.....	54
Anexo 2. Diseño en campo de la superficie del ensayo en estudio	55
Anexo 3. Identificación del área de estudio	56
Anexo 4. Clon L.A 41 enfermo de <i>Eucalyptus urograndis</i> (derecha) vs. Clon E-71-J sano de <i>Eucalyptus saligna</i> (izquierda).....	57
Anexo 5. Medición del diámetro a la altura del cuello del clon de <i>Eucalyptus</i> spp a los 120 y 180 días.	58
Anexo 6. Medición de la altura del clon de <i>Eucalyptus</i> spp a los 120 y 180 días.	59
Anexo 7. Diámetro promedio de la variable DAC de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.	60
Anexo 8. Diámetro promedio de la variable DAC de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.	61
Anexo 9. Altura promedio de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.....	62
Anexo 10. Altura promedio de los clones de <i>Eucalyptus urograndis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.....	63

I. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO INICIAL DE 26 CLONES DE Eucalipto Tropical, *Eucalyptus* spp EN UNA PLANTACION FORESTAL EN LA PARROQUIA PUERTO LIMÓN, SANTO DOMINGO

II. INTRODUCCIÓN

Masálem (2005) “En las primeras etapas de la civilización humana, la necesidad de madera de los escasos pobladores estaba cubierta, por lo que, los recursos naturales permanecían casi inalterados. Conforme la población humana creció, aumentó también la necesidad de madera tanto para combustible como para construcción; sin embargo, los bosques naturales siguieron proporcionando, por mucho tiempo, la madera necesaria para tales fines” En la actualidad la demanda de madera sigue creciendo, hasta llegar al punto generar tala ilegal en diversos bosques primarios, por lo que se ve la necesidad de buscar nuevas alternativas de producción de plantaciones forestales para satisfacer las demandas de las industrias madereras.

La superficie plantada son cultivadas en regiones tropicales, subtropicales y templadas, es el cultivo de plantación de madera dura más grande del mundo, ha ido en aumento a nivel mundial, y se estima que ocupa más de 20 millones de hectáreas (Naidoo *et al.*, 2014).

La propagación vegetativa permite obtener individuos hijos a partir de un individuo madre, manteniendo para toda la descendencia la misma información genética. Al conjunto de estos individuos genéticamente iguales se le denomina clon, y al proceso por el que se obtienen clonación (Ruíz *et al.* 2011). Da como resultado clones de *Eucalyptus* spp de alta calidad y mayor productividad para satisfacer las necesidades de la industria en el proceso de transformación de la materia prima y elaborar productos de alto valor comercial.

El objetivo de un programa de mejoramiento genético es alcanzar las principales características cuantitativas y cualitativas de una especie, a través de la selección progresiva de genes deseados y su perpetuación mediante la utilización de clones mejorados. La clonación es una herramienta o el primer paso en un programa de mejoramiento genético,

mediante la cual se captura rápidamente la mayor proporción de la variación genética, la misma que ha contribuido al aumento de la productividad de material genético para la producción de pulpa celulósica y madera (Carpinetti, 2005).

En la propagación *in vitro* de especies forestales es necesario utilizar material vegetal establecido en viveros que permitan reducir la incidencia de microorganismos patógenos y saprofitos, los tejidos vegetales a cultivar deben proceder de plantas jóvenes, las características del *explante* y su procedencia son importantes para lograr la homogeneidad necesaria en las plantas propagadas *in vitro* (Feria *et al.*, 2008); (Cantillo *et al.*, 2011).

La propagación vegetativa de árboles maduros requiere de material vegetal fisiológicamente joven, ya sea por la utilización de segmentos jóvenes de la planta o por la formación de estacas jóvenes en partes de la planta adulta, restaurando el enraizamiento, la importancia de aprovechar material joven en la propagación es estimular el efecto ortotrópico presentado por estos; ya que los materiales adultos son más propensos al efecto plagiotrópico (Gatti *et al.*, 2011).

A. JUSTIFICACIÓN

NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. es una empresa forestal camino a la excelencia que crea, procesa y optimiza el uso del recurso natural, creando productos como tableros de Partículas de Media Densidad (MDP) y tableros de Fibra de Densidad Media (MDF), de madera de alta calidad y valor agregado para satisfacer las necesidades de los clientes, convirtiendo a la empresa en autosustentable para el abastecimiento de su materia prima.

Por lo cual la empresa considera que la clonación sería una forma de producir con mayor eficiencia y calidad conforme a los requerimientos del mercado. Los genotipos previamente seleccionados aseguran mayor producción en un tiempo menor de rotación, aumentando la productividad de la empresa.

Por esta razón este ensayo de evaluación de crecimiento inicial permitirá determinar qué clon presenta mejor desarrollo inicial mediante datos de altura y diámetro a los cuatro y seis meses de edad, además de identificar posibles problemas de adaptación.

Por tal motivo la empresa ha visto la necesidad de tener un programa de investigación de propagación de clones de *Eucalyptus* spp para establecer réplicas en diferentes sitios y obtener una base genética amplia para futuros programas de reproducción, ya que su meta es crecer tanto en el ámbito social, ambiental y económico.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento inicial de 26 clones de Eucalipto Tropical, *Eucalyptus* spp en una plantación forestal en la parroquia Puerto Limón, Santo Domingo.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar el porcentaje de sobrevivencia de 24 clones de *Eucalyptus urograndis*, un clon de *Eucalyptus saligna* y una planta de semilla comercial de procedencia brasileña.
- b. Evaluar y comparar el crecimiento inicial de diámetros y alturas de 24 clones de *Eucalyptus urograndis*, un clon de *Eucalyptus saligna* y una planta de semilla comercial de procedencia Brasileña.

IV. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS NULA

No existe diferencia de crecimiento inicial entre los clones y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

B. HIPÓTESIS ALTERNANTE

Al menos uno de los clones tiene un crecimiento inicial diferente a las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña, más allá de lo que se debe al azar.

V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. CLONACIÓN

Es el proceso que nos permite alcanzar duplicados de combinaciones genéticas de especial interés y conservarlas, es indiscutible que la longevidad, el protagonismo en el paisaje o el significado histórico que un árbol concreto tiene para una comunidad, el valor genético de un árbol no depende de los acontecimientos históricos que rodearon su existencia. La producción de copias clónales de árboles singulares han sobrevivido a situaciones ambientales cambiantes por lo que se considera que algunos de ellos podrían ser genotipos especialmente resistentes a variaciones climáticas y a plagas y enfermedades (Ruiz *et al.*, 2011).

En la conservación de especies forestales la dirección tradicional es *in situ*, es decir guardar a la especie en su propio ecosistema, sin embargo se admite la utilización de las técnicas de conservación *ex situ* para perfeccionar los métodos *in situ* y es la única forma de conservar especies raras, amenazadas o en peligro de extinción. Por esta razón los materiales de la biotecnología actual están en constante aplicación en los procesos de identificación de la variedad vegetal e indudablemente tienen un papel principal asistiendo a los programas de conservación de plantas (Viéitez *et. al.*, 2018).

La propagación vegetativa permite obtener individuos hijos a partir de un individuo madre, manteniendo para toda la descendencia la misma información genética. Al conjunto de estos individuos genéticamente iguales se le denomina clon, y al proceso por el que se obtienen clonación, la cual se obtiene como resultado clones de *Eucalyptus* spp. de alta calidad y mayor productividad para satisfacer las necesidades de la industria en el proceso de transformación de la materia prima y elaborar productos de alto valor comercial (Ruíz *et al.*, 2011).

La propagación vegetativa en especies forestales permite promover plantaciones homogéneas con características fenotípicas anheladas en corto tiempo. La clonación es un

instrumento o el primer paso en un programa de mejoramiento, mediante el cual se logra capturar de forma rápida la mayor proporción de la variación genética, para lograr una mejor adaptación a las condiciones de clima y suelo también permitirá tener ciclos cortos de cosecha (Meza *et al.*, 2017).

B. ESPECIES EN ESTUDIO

1. *Eucalyptus* en el Ecuador

Fue introducido en el siglo XIX, cuando la deforestación en el callejón interandino se acercaba a niveles críticos, el *Eucalyptus* se adaptó a las condiciones ambientales de la sierra ecuatoriana, y fue rápidamente difundido, ganando aceptación por su rápido crecimiento. Sembrar y vender *Eucalyptus* para construcción, leña y carbón era un negocio lucrativo, este fenómeno ocurrió en toda América Latina; gran parte de las políticas de forestación y programas para el control de la erosión aplicada en el callejón interandino del Ecuador han utilizado esta especie exótica. El origen de esta planta no es ecuatoriano, sino australiano (Granada, 2006).

Es posible que se hayan subestimado los impactos nocivos del *Eucalyptus* sobre el suelo y agua, al presenciar el rápido crecimiento de los árboles y obtener una rápida producción de madera, comparada con árboles de especies nativas de los Andes que tienen crecimiento lento (Cuvi, 2005).

2. Manejo del *Eucalyptus*

Cuando se realice una plantación con de *Eucalyptus*, en términos generales, se deberán considerar los siguientes puntos (Boyle *et al.*, 2001):

- a) Estudio físico de la parcela, estableciendo su superficie útil (separación de linderos, presencia de líneas eléctricas y telefónicas, conducciones de gas o agua), y calidad y

características del suelo (fertilidad, encharcamiento). Un plano y la realización de zanjas para el análisis de suelos.

- b) Elección de la especie y procedencia de semilla más adecuada. Considere los factores limitantes. La climatología (frío, heladas, viento) condiciona la elección.
- c) Cálculo financiero de la inversión a realizar y turno de corta esperado. Previo a cualquier inversión en la implantación de un cultivo forestal es necesario conocer la rentabilidad del mismo.
- d) Obtención de los permisos correspondientes y solicitud de posibles subvenciones. Consulte las leyes y reglamentos forestales de acuerdo a la legislación correspondiente.
- e) Planificación y ejecución de los trabajos previos en el terreno. Una preparación defectuosa o inapropiada puede comprometer la rentabilidad de la plantación. La elección del marco y densidad de plantación adecuados influye en los crecimientos y condiciona las labores de mantenimiento y los aprovechamientos.
- f) Obtención de planta y realización de la plantación. Asegúrese de adquirir la planta a un proveedor que garantice su origen y calidad, así como manejar la planta con los cuidados necesarios.
- g) Labores de mantenimiento. Son imprescindibles durante los dos primeros años, favoreciendo los crecimientos y la protección de la plantación.
- h) Aprovechamiento del cultivo. Es aconsejable que sea realizado por especialistas, dados los requerimientos de seguridad y los conocimientos técnicos necesarios.
- i) Preparación de la siguiente cosecha. Después de la corta reinvierta parte del beneficio de la venta de la madera en preparar la siguiente cosecha (tratamiento de

los restos de corta, selección de brote o nueva plantación) (Madeira, Azevedo, & Soares, 1998).

El tamaño de la planta debe oscilar entre 15-20 cm de altura. No obstante, una planta puede ser apta si cumple los requisitos mencionados a continuación (Hancock & Hokanson, 2001):

- a) Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones especialmente en la base del cepellón. El sistema radicular no debe ser excesivamente denso, ni amarillento pues indicaría un tiempo excesivo de permanencia en contenedor.
- b) La disposición de las hojas en el tallo o la distancia inter nudos no debe ser menor de unos 2 cm. La presencia de muchos pares de hojas rojizo/marrón y muy juntos unos de otros, es síntoma de planta muy envejecida y excesivamente dura.
- c) La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que sería más sensible a daños tanto físicos (en transporte y manipulación) como de tipo fitosanitario.
- d) El estado fitosanitario de la planta ha de ser controlado de forma rigurosa desechándose toda planta con daños en tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo, bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno. En cualquier caso ha de salir del vivero revisada y tratada preventivamente.

El *Eucalyptus* es una especie con períodos cortos de producción en vivero. La planta no debe salir demasiado succulenta, débil ni excesivamente endurecida. El periodo de producción varía entre 3 y 5 meses dependiendo de la especie (Klooster, 2000).

3. *Eucalyptus saligna*

3.1. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Juela 2015 la clasificación taxonómica del *Eucalyptus saligna* se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del (*Eucalyptus saligna*).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Subfamilia	Myrtoideae
Género	<i>Eucalyptus</i>
Especie	<i>Eucalyptus saligna</i>

Fuente: Juela, 2015

3.2. Descripción Botánica

E. saligna es una árbol perennifolio de base recta y raíces profundas que puede alcanzar de 20 a 30 m de altura y un diámetro de 1,2 a 2,0 m., la copa es abierta, irregular y extendida, el fuste recto libre de ramas las dos primeras partes de la altura total, la corteza lisa de color grisáceo o blanco azulado en árboles maduros la corteza en la base es gruesa rugosa y agrietada, las hojas son simples, lanceoladas de ápice alargado, coriáceas, con ligero olor de cineol, de color verde mate o verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, con numerosas glándulas de aceite esencial y nervadura principal amarillenta de 10 a 20 cm de longitud con un peciolo delgado y corto de inserción oblicua de color morado o amarillento de 1,5 a 3,0 cm. Inflorescencia en umbelas axilares, en la base de las hojas y a lo largo de

las ramillas, cada umbela contiene de tres a nueve flores blancas usualmente siete, con un pedicelo corto o casi carente de él, los frutos son capsulas, leñosas de forma cónica, de 5-8 mm de diámetro, con 3-5 larvas ejercidas (salientes), conteniendo semillas diminutas, oscuras y angulosas. Su madera es de color rojo claro, con una densidad de 690 kg/m³, de buena calidad, fácil de trabajar en operaciones de mecanizado, además de presentar un buen acabado (Sadame, 2016).

Mientras que Fernández & Silva (2016), describen a la especie *E. saligna* como un árbol que puede alcanzar hasta 55 m de altura, de corteza lisa, blanca, gris azulada o parda, desprendiéndose en tiras desde la base del fuste. Hojas juveniles alternas, ovadas a anchamente lanceoladas, discoloras. Hojas adultas lanceoladas, discoloras, de 14-17 cm de largo por 2,5-3 cm de ancho, peciolo acanalado, de 15-25 mm de largo. Umbelas de 7-11 flores, pedúnculo aplanado, de 4-18 mm de largo, pedicelos ausentes o de hasta 3 mm angulares. Yemas fusiformes u ovoides, opérculo cónico de 3-4 mm de ancho y largo, hipanto hemisférico, cilíndrico o campanulado de 2-3 mm de largo por 3-4 mm de ancho. Frutos cilíndricos, campanulados o subpiriformes, de 5-8 mm de largo por 5-6 mm de ancho, disco descendente valvas 3 o 4, exertas.

3.3.Hábitat

E. saligna es nativo de Australia, su principal área de ocurrencia se sitúa en una franja de 120 km a lo largo de la costa, extendiéndose desde New South Wales hasta el sur de Queensland. La latitud en los lugares de origen de la especie varía de 21 a 36 ° S y la altitud es de 1100 msnm. El clima es templado al sur y subtropical al norte y la especie se desarrolla mejor en suelos aluviales de buena calidad, del tipo areno-limoso. Otros suelos son los arcillosos y los de origen volcánico. En general, los suelos del área de origen poseen buena capacidad de retención de agua, pero son bien drenados (Boland *et al.*, 2006).

Según Jovanovic & Booth (2002), las exigencias climáticas para el *E. saligna* de la zona de ocurrencia natural y a partir de observaciones de diferentes países están delimitadas por una precipitación media anual de 700 – 2300 mm, temperatura media máxima entre 23 – 34°

Celsius, temperatura media mínima entre $-1-17^{\circ}$ Celsius y una temperatura media anual entre $10-22^{\circ}$ Celsius, con un ciclo de hasta de seis meses sin lluvia.

3.4. Propiedades Físicas de la Madera

3.4.1. Higroscopicidad

La higroscopicidad de la madera es la variación de la densidad de la misma cuando su contenido de humedad varía en una unidad. Una madera ubicada en un local, por ejemplo al 40 % de humedad relativa y 20° Celsius de temperatura, adquirirá una humedad de equilibrio del 8 %. Esto expresa que será necesario secarla hasta ese valor y colocarla con ese contenido de humedad para que no sufra variaciones de humedad y por ende cambios dimensionales (Puchaicela, 2013).

3.4.2. Contenido de humedad

Es la cantidad de agua que contiene la madera, expresada en porcentaje. La variación del contenido de humedad en la madera, produce una diferenciación de sus dimensiones: se hincha cuando aumenta el contenido de agua, mientras que cuando disminuye se contrae a partir del punto de saturación de las fibras (Juela, 2015).

El contenido de humedad de la madera está en relación con las condiciones ambientales del lugar. El contenido de humedad influye en el peso de la madera, a la vez que afecta a otras propiedades físicas (como el peso específico y contracción o hinchamiento de sus dimensiones). Respecto al comportamiento, la humedad es un factor que determina su durabilidad, resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, se expande cuando gana humedad y contrae cuando la pierde humedad (Juela, 2015).

3.4.3 Densidad

Silva (2006), menciona que la densidad de la madera es la relación entre la masa y el volumen. La densidad de la madera depende de la especie y es muy variable. Sánchez (2003) mediante una comparación entre dos especies de *Eucalyptos* spp manifiesta que el *E. saligna* pertenece al grupo de maderas semipesadas.

Según Campos (2006), la densidad está representada como la característica física más importante de la madera, y dentro de los criterios más usados para establecer la calidad de la madera. Existe una diferenciación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y en diámetro: además del tamaño de las fibras, espesor de la pared celular, tipo y diámetro de las células, la edad de los árboles y la interacción con el medio ambiente.

3.4. Importancia Económica

E. saligna es la especie de más rápido desarrollo en Hawaii, donde se obtiene un Incremento Medio Anual (IMA) de 42 m³., y las mejores parcelas sin fertilizantes producen 50 m³. Es la especie más plantada en Brasil, donde el promedio nacional estimado del IMA para especies de *eucalyptus* mixtas es de 18 m³ (FAO, 1981).

E. saligna es una especie que posee un alcance económico tanto en la industrialización como en la exportación de productos madereros, es inmensamente utilizada para plantaciones forestales comerciales, ya que representa una buena alternativa para pequeños productores de leña, postes o madera para aglomerado en rotaciones cortas. Su buena poda natural disminuye los costos de manejo de las plantaciones, la madera es fina y muy cotizada en el mercado local e internacional (Ecuador Forestal, 2010).

Según Restrepo & Alviar (2010), *E. saligna* es una de las especies de mayor importancia económica y ambiental, de rápido crecimiento que posee una gran variedad de usos, entre ellos está la elaboración de pasta de celulosa para la industria papelera y múltiples usos en la industria farmacéutica en la elaboración de antiinflamatorio, antisépticos y

antidiabéticos. Además, facilita la producción de miel a través de las flores, el control de la erosión mediante el uso de plantaciones, entre otro.

4. Eucalipto Tropical (*Eucalyptus urograndis*)

El Eucalipto tropical (*Eucalyptus urograndis*) es un híbrido entre el (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), es considerado una especie de rápido crecimiento. En la actualidad ésta especie se encuentra distribuida en gran parte del mundo y debido a vertiginoso desarrollo se emplea frecuentemente en plantaciones forestales para la industria papelera, maderera o para la obtención de productos químicos, además de su valor ornamental (Paillacho, 2010).

4.1. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a P&C maderas 2013 la clasificación taxonómica del *Eucalyptus urograndis* se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del *Eucalyptus urograndis*.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Subfamilia	Myrtoideae
Género	<i>Eucalyptus</i>
Especie	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>

Fuente: P&CMADERAS, 2013

4.2. Características Generales

E. urograndis demuestra una excelente resistencia al déficit hídrico, la madera es estimada moderadamente ligera, con núcleo diferenciado, su reproducción ocurre mediante la brotación de cepas. El ritmo de crecimiento y el rendimiento volumétrico son generalmente superiores, cuando se comparan a otras especies convencionales (crecimiento en diámetro 20% superior a otras especies), puede llegar hasta un 15% más que la altura convencional (Bentec, 2011).

4.3. Descripción Botánica

Tronco recto y cilíndrico, copa frondosa, corteza exterior (ritidoma) es de color marrón clara con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa. Hojas sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas. Flores blancas y solitarias, su fruto es una cápsula y sus semillas son pequeñas (Ecuador Forestal, 2012).

4.4. Propiedades Organolépticas de la Madera

De acuerdo a Ecuador Forestal 2012 las propiedades organolépticas de la madera de *E. urograndis* se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Propiedades organolépticas de la madera de *Eucalyptus urograndis*.

Característica	Descripción
Color	Amarillo pálido
Veteado	Poco diferenciado
Textura	Mediana
Grano	Recto a entrecruzado
Sabor	No distintivo
Brillo	Mediano
Durabilidad	La albura no es muy durable, y el duramen tiene mayor durabilidad
Trabajabilidad	Responde adecuadamente al cepillado, taladrado y enclavado

Fuente: Ecuador Forestal, 2012

4.5. Distribución y Hábitat

Originario de Australia y Tasmania, es un grupo de rápido crecimiento, en el que se cuentan cerca de 700 especies de *Eucalyptus spp* (Eucalipto), distribuidas en regiones, especialmente de climas mediterráneos, tropicales o subtropicales. En el Ecuador el *Eucalyptus urograndis* se encuentra plantado en la provincia de Esmeraldas en una superficie inicial de 1.000 ha en la zona de Muisne, Tonchigüe y Sua. Se localiza también en México, Brasil, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Colombia y Chile (Ecuador Forestal, 2012).

4.6 Características Edafoclimáticas

De acuerdo a Ecuador Forestal 2012 las características edafoclimáticas del *Eucalyptus urograndis* se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Características Edafoclimáticas del *Eucaliptus urograndis*.

Requerimientos climáticos	
Altitud	0 - 2000 msnm
Precipitación	800 - 1200 mm
Temperatura	24°C
Requerimientos edáficos	
Requiere suelos franco - arcilloso, no compactos, que mantengan buen drenaje	
Fuente: Ecuador Forestal, 2012	

4.7. Usos de la Madera

La madera de *E. urograndis* es utilizada para celulosa, postes de alumbrado, trozas para aserrados, puntales para construcción civil, fabricación de postes, suelos de parquet, soportes en minas, tableros de fibras. También se utiliza como ornamental y como árbol de sombra. (Ecuador Forestal, 2012).

4.8. Propiedades Físicas y Mecánicas

De acuerdo a Ecuador Foresta 2012 las propiedades físicas y mecánicas del *Eucalyptus urograndis* se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas del *Eucalyptus urograndis*.

Densidad aparente	De 450 a 500 kg/m – liviana
Flexión	Resistente
Compresión	Muy resistente
Tracción	Resistente
Preservación	Acepta preservantes sin mayor dificultad
Fuente: Ecuador Forestal, 2012	

C. PLANTACIONES FORESTALES

Según Jiménez (2009), menciona que las plantaciones forestales son básicamente empresas económicas: a fin de obtener buenos resultados, es preciso brindarles atenciones y cuidados especiales durante todo el período de desarrollo, dentro de los límites económicos razonables; el tamaño de las plantas usadas, la condiciones edafoclimáticas, las especies, sus hábitos y vigor de crecimiento, su grado de tolerancia y los costos, determinarán el grado de atención que habrá que prestarles.

En el año 1993 el área estimada de plantaciones forestales en el país fue de 125 mil ha, formadas por *Eucalyptus* sp. (43%), *Pinus* sp. (30%), y por otras especies nativas y exóticas (27%); el 90% de las plantaciones están localizadas en la región interandina, el 8% en la Costa y el 2% en el Oriente Ecuatoriano (FAO, 2005).

El potencial que las plantaciones forestales tienen que satisfacer, parcialmente, la demanda de madera y fibras, comúnmente extraídas de los bosques naturales para fines industriales, está aumentando, aunque las plantaciones forestales abarcan únicamente el cinco por ciento de la cubierta forestal mundial, en el año 2000 se estimó que las plantaciones forestales proporcionaban cerca del 35% de la madera en rollo en todo el mundo. Se prevé que esta cifra aumentará al 44% en 2020. En algunos países la producción de plantaciones forestales ya contribuye con la mayor parte del suministro de madera para fines industriales (FAO, 2010).

1. Importancia de las plantaciones forestales

Según Martínez (2005), manifiesta que debido al complejo tejido social, económico y político que genera el crecimiento poblacional, ha creado sobre el recurso forestal una gran presión, que ha generado destrucción, deterioro de la calidad del ambiente y baja calidad de los productos forestales, lo cual ha destacado la importación de la creación de las plantaciones forestales. De igual forma destaca que estas anteriormente fueron encaminadas para sustituir los casos de falla de regeneración de los bosques naturales y para restaurar algunas áreas afectadas por daños ocasionados por el hombre o accidentes naturales; y que

actualmente son una alternativa de producción intensa más controlada en cuanto a la uniformidad de sus productos y la mayor productividad por unidad de superficie.

La decisión de elegir qué especie se va a plantar es del productor, que por lo general elegirá la especie que le deje mayores ganancias; las exóticas o introducidas, ya que en el país no hay programas que apoyen con incentivos económicos las plantaciones de especies nativas, debido a la falta de investigación suficiente que pueda dar un soporte para desarrollar un sistema de aprovechamiento forestal (Jalota *et al.*, 2000).

1.1. Impacto de las plantaciones de eucalipto

El desarrollo sostenible se ha definido como aquel que permite cubrir las necesidades de la sociedad actual y mantiene vigente la posibilidad de que las generaciones futuras consigan las suyas; esta definición lleva implícitas tres características: equidad social, factibilidad ecológica y eficiencia económica (Binkley, 2000).

Se habla de que todo desarrollo que tenga como base los recursos forestales y otros recursos naturales debe hacerse en forma sostenible. Este concepto se ha utilizado desde el nacimiento de la práctica de la forestería como una ciencia y una profesión basada en el estudio del ambiente, como el rendimiento sostenido, que no es muy diferente, aunque tal vez un poco más estrecho, al de manejo sostenible (FAO, 1993).

En muchos países el establecimiento de plantaciones con especies exóticas como el *Eucalyptus* ha sido poco aceptado ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental que éstas causan y en cuanto a la conservación de la biodiversidad. Por estas razones surge la preocupación por la estabilidad ecológica de las plantaciones. Aunque una de las motivaciones para la forestación es el mejoramiento del medio ambiente a través de la conservación del suelo y la regulación hidrológica, existen varias publicaciones que afirman un impacto negativo de plantaciones con especies exóticas sobre el ambiente. Sin embargo, a nivel de Latinoamérica y en especial en México, se han hecho muy pocos estudios. Por esto vale la pena revisar la literatura existente,

mucha veces de otras áreas, y tratar de extrapolar los resultados a la realidad de México (BIOFOR, 2002).

2. Mejoramiento Genético

El mejoramiento genético forestal es la conjugación de la genética, como herramienta de identificación y aislación de rasgos de interés (altura, forma, densidad de la madera, etc.) y los tratamientos silviculturales, siendo estos últimos los que potencian la expresión de dichos rasgos. Lo anterior se traduce en la obtención de la máxima rentabilidad del suelo-bosque. (Espina, 2006).

Según Espina A (2006), el principal objetivo del mejoramiento genético forestal es la conjugación de la genética, como instrumento de identificación y aislación de rasgos de interés como la altura, forma, densidad de la madera y los tratamientos silviculturales, los ensayos genéticos ayudan a determinar el potencial genético del material evaluado.

Teniendo en cuenta la variabilidad en la distribución natural en su zona de origen (Australia), a lo largo de los Estados de Victoria y Tasmania se pudo clasificar en grupos por semejanzas a distintos niveles jerárquicos (por ejemplo: razas, subrazas, procedencias, localidad) (Madeira, Azevedo, & Soares, 1998).

El objetivo final de la red de ensayos de mejoramiento genético es determinar los mejores ecotipos para cada lugar y con la introducción de orígenes, familias, clones, subespecies e híbridos de eucaliptos, que nos permita contar con una base genética amplia para encarar futuros planes de mejoramiento genético (Plomion, 2001).

Al considerar el cultivo de eucalipto en el mundo, se observa que sobre un total superior a 600 especies que existen en la naturaleza, por su importancia industrial sólo 10 se destacan del resto, dentro de ellas el *E. globulus* es el preferido por la industria papelera basada en este género (Strauss *et al.*, 2001).

Dicha materia prima provee un tipo de pasta celulósica que dejó de ser un producto básico genérico y pasó a ser un producto diferenciado por el cual el mercado está dispuesto a pagar un sobreprecio. Una vez cumplida la etapa de introducción y evaluación de materiales, el objetivo del plan de mejoramiento, es modificar la composición genética original, para facilitar la producción de semillas de aquellos individuos que mejores respuestas ofrecieron para las variables buscadas y para nuestras condiciones ambientales. Además de seleccionar un origen idóneo de semilla, es posible mejorar genéticamente el eucalipto. Se denomina mejoramiento genético al conjunto de técnicas científicas y conocimientos biológicos que permite el uso de la información genética y cuya finalidad es la obtención de individuos, variedades o progenies con nuevas características o mejoramiento en productividad (Boyle *et al.*, 2001).

La selección de los árboles sobresalientes o individuos sobresalientes, puede llevarse a cabo en plantaciones o bien mediante el establecimiento de ensayos a partir de semilla seleccionada. En este tipo de ensayos los árboles son plantados guardando la identidad de las familias. Posteriormente, los árboles son comparados desde el punto de vista de sus familias. Si una familia tiene un comportamiento superior podemos atribuirle un componente genético que será transmitido a su descendencia. Así, el buen comportamiento del árbol seleccionado se debe no sólo a una cualidad del individuo, sino que está relacionada con sus progenitores y por lo tanto, será heredable, transmitiéndose a su descendencia (BIOFOR, 2002).

Cuanta más información se tenga de los individuos a seleccionar más eficiente será el proceso de mejoramiento, el conocimiento de las relaciones genéticas permitirá estimar la proporción de determinada característica controlada genéticamente (componente genético) y cuál es debida al lugar en el que crece (componente ambiental) (Klooster, 2000).

Por otro lado, los proyectos sobre mejoramiento de árboles no reciben insumos financieros o humanos suficientes. Esto ocurre sobre todo en los países en desarrollo donde los fondos de los programas nacionales e internacionales no son suficientes para realizar las actividades esenciales antes indicadas. En México, las investigaciones más recientes están

siendo dirigidas hacia especies forestales industriales como lo son: el pino, el cedro rojo, caoba, eucalipto, hule, entre otras especies importantes. En éstas se han realizado diversos estudios relacionados para su mejor aprovechamiento (Merino *et al.*, 2000).

3. Clon Vegetal

Planta genéticamente idéntica, obtenida por propagación vegetativa de un individuo seleccionado (FAO, 2010).

D. EXPERENCIAS DE CULTIVOS CLONALES DE *Eucalyptus*

1. Experiencias en Ecuador

En el marco del Programa Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina – MFS en convenio con el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia, ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), del 22 al 28 de septiembre de 2013, se realizó una misión técnica a Brasil sobre innovación y sostenibilidad de plantaciones forestales, la cual tuvo como objetivo continuar un proceso que contribuya a la expansión de las plantaciones forestales en forma sostenible en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, conociendo la experiencia innovadora de Brasil, potencia en silvicultura de plantaciones a nivel de Latinoamérica.

Dentro de este marco se visitaron empresas importantes con amplia experiencia en el manejo de plantaciones forestales, por ejemplo la empresa INTERNATIONAL PAPER; líder en procesos mecanizados de plantación y aprovechamiento, se pudo observar todo el proceso de plantación totalmente mecanizado, y su producción destinada para celulosa y papel. Esta empresa cuenta con áreas de investigación, estudio y análisis para la mejora de especies de *Eucalyptus* y para el desarrollo de nuevas tecnologías, anualmente produce cerca de 16 millones de plantas que se destinan a las plantaciones (IICA, 2013).

VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio fue una plantación comercial ubicada en la hacienda “La Lidia”, recinto San Remo, parroquia Puerto Limón, cantón Santo Domingo, en el kilómetro 33 de la vía Santo Domingo – Quevedo. Perteneciente a la empresa Novopan del Ecuador S.A. y que cuenta con un área de 400ha. Latitud $0^{\circ}27'25,06''$, Longitud $79^{\circ}25'0,39''$, y una altitud de 205 msnm (anexo 1).

2. Características climáticas

De acuerdo a los anuarios de la estación meteorológica de la empresa Novopan del Ecuador S.A 2019 las características climáticas del área de estudio:

Temperatura media anual: 23 °C

Precipitación media anual: 600mm

Humedad relativa anual: 90,9%

3. Clasificación ecológica

De acuerdo al Ministerio del Ambiente (2012), la clasificación ecológica el área de estudio es un Bosque Húmedo Tropical y Tropical Megatérmico Húmedo.

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de campo

Flexómetro, calibrador o forcípula, libreta de campo, mapa de ubicación de los clones, lápices, marcadores, tablero de plástico, cámara fotográfica, estaquillas de caña, botas.

1.1. Insumos

Clones de eucalipto tropical *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de *Eucalyptus urograndis*.

C. METODOLOGÍA

1. Factores de estudio

Los tratamientos que se utilizaron para esta investigación fueron 26 clones incluido el testigo con su respectiva etiqueta, como se muestran en la tabla 6 y el diseño de campo del ensayo (anexo 2).

Tabla 6. Clones de *Eucalyptus spp.*

Tratamiento	Clon
T1	L.A 41 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T2	E-71-J clon de <i>Eucalyptus saligna</i> traído de Brasil
T3	L.A 72 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T4	L.A 198 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T5	L.A 86 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T6	L.A 10 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T7	L.A 61 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T8	L.A 168 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T9	L.A 84 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T10	E-154 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> traído de Brasil
T11	L.A 194 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T12	L.A 49 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T13	L.A 13 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T14	L.A 203 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T15	L.A 93 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T16	L.A 123 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T17	L.A 60 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T18	L.A 192 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T19	L.A 15 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T20	L.A 137 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T21	L.A 117 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T22	L.A 128 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T23	L.A 85 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T24	L.A 134 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T25	L.A 5 clon de <i>Eucalyptus urograndis</i> de la hacienda los Ángeles
T26 (Testigo)	<i>Eucalyptus urograndis</i> semilla comercial traído de Brasil

2. Variables a medir

a. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla de procedencia brasileña.

Para determinar el porcentaje de sobrevivencia se realizó un conteo total de las plantas vivas y muertas de cada tratamiento en estudio, a los 30 días de haber establecido la plantación.

Según Chandi (2006), la fórmula para determinar el porcentaje de sobrevivencia es:

$$\%Sv. = \frac{n^{\circ} \text{ plantas total}}{n^{\circ} \text{ plantas sembradas}} * 100$$

Donde:

%Sv = Porcentaje de sobrevivencia de las plantas

n° Plantas total = número de plantas existentes en cada tratamiento al momento de la evaluación

n° Plantas sembradas = número de plantas sembradas

b. Medición del Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) (cm) de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

El diámetro basal de las plantas de *Eucalyptus* spp, se midió con la ayuda de un calibrador (pie de rey) graduado en milímetros de cada uno de los tratamientos, esto se realizó a los 120 y 180 días de haber establecido la plantación (anexo 5).

c. Medición de la Altura (m) de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

La altura de las plantas se midió a partir de la base del tallo hasta el ápice, esto se realizó a los 120 y 180 días de haber establecido la plantación en la que se utilizó un flexómetro para la toma de los datos de cada uno de los tratamientos (anexo 6).

3. Diseño experimental

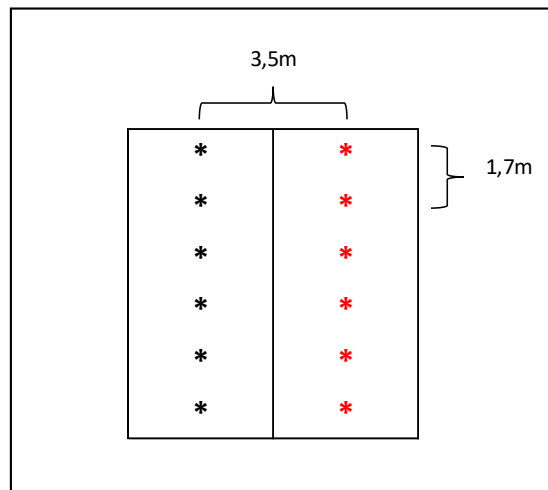
Una vez obtenido los datos en el campo para la evaluación del crecimiento inicial de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña se aplicó el diseño de bloques completos al azar con 25 tratamientos, 6 repeticiones y 1 testigo con un total de 156 plantas (tabla 7). El procesamiento estadístico de los datos de las variables evaluadas se realizó con el paquete estadístico *Statistic Package for Social Science* (SPSS) versión 21.0 para Windows.

Tabla 7. Esquema de análisis de varianza.

FUENTES DE VARIACIÓN	FORMULA	GRADOS DE LIBERTAD
TRATAMIENTOS	$t < 1$	25
REPETICIONES	$r < 1$	5
ERROR	$(r < 1) (t < 1)$	125
TOTAL	$(r * t) < 1$	155

4. Unidad Experimental

La unidad experimental cuenta con 6 plantas (1 surco y 6 plantas x surco) con un distanciamiento de 3,5m x 1,7m que es equivalente a un área de 35,7m².



5. Modelo matemático

Según Córdova (2002), en análisis matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i=1,2,\dots,t$$

$$j=1,2,\dots,r$$

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

Se determinó el coeficiente de variación en porcentaje

Se realizó la comparación de medias según Tukey al 5 %, cuando existieron diferencias significativas entre tratamientos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Porcentaje de Supervivencia de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

Tabla 8. Promedio del porcentaje de supervivencia de los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTO	BLOQUES						% PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	VI	
T1	6	6	6	6	6	6	100
T2	6	6	6	6	6	6	100
T4	6	6	6	6	6	6	100
T8	6	6	6	6	6	6	100
T10	6	6	6	6	6	6	100
T21	6	6	6	6	6	6	100
T22	6	6	6	6	6	6	100
T23	6	6	6	6	6	6	100
T24	6	6	6	6	6	6	100
T25	6	6	6	6	6	6	100
T5	6	6	6	6	5	6	97.2
T11	6	6	6	6	6	5	97.2
T12	5	6	6	6	6	6	97.2
T13	6	6	6	6	6	5	97.2
T16	6	6	6	6	5	6	97.2
T17	6	6	6	6	6	5	97.2
T9	6	6	6	6	4	6	94.4
T14	6	6	6	5	6	5	94.4
T15	6	6	5	6	6	5	94.4
T18	6	6	6	5	6	5	94.4
T19	6	6	6	6	6	4	94.4
T3	5	6	6	6	6	4	91.7
T6	6	4	6	6	5	6	91.7
T26	6	6	5	6	6	4	91.6
T7	5	5	6	5	6	5	88.9
T20	6	6	6	5	4	5	88.9

Dentro de los porcentajes de sobrevivencia de cada tratamiento se evidenció que los clones L.A 41 (T1), 198 (T4), 168 (T8), 117 (T21), 128 (T22), 85 (T23), 134 (T24) y 5 (T25) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, E-71-J (T2), de *E. saligna* traído de Brasil y E-154-J (T10) de *E. urograndis* traído de Brasil presentaron un 100% de sobrevivencia, mientras que los clones L.A 61 (T7) y 137 (T20) presentaron el menor porcentaje de sobrevivencia con un 88.9% (Tabla 8, Figura 1).

Los porcentajes de sobrevivencia son altos en relación a los materiales evaluados, lo cual muestra que se adaptaron muy bien a las condiciones topográficas y ambientales del área de estudio. Esto se puede corroborar en el estudio realizado por González (2016), en el cual demuestra que los clones presentaron el 100% de sobrevivencia

Así mismo, el tratamiento 26 que representa el testigo de semilla presenta un porcentaje de sobrevivencia del 91.6% datos similares al estudio realizado por González (2016), la cual establece que las plantas de semilla presenta un 91.6% de sobrevivencia.

De la misma manera Paillaco (2010), en su estudio muestra un porcentaje de sobrevivencia del 95.8% en la implementación del ensayo de *E. urograndis*.

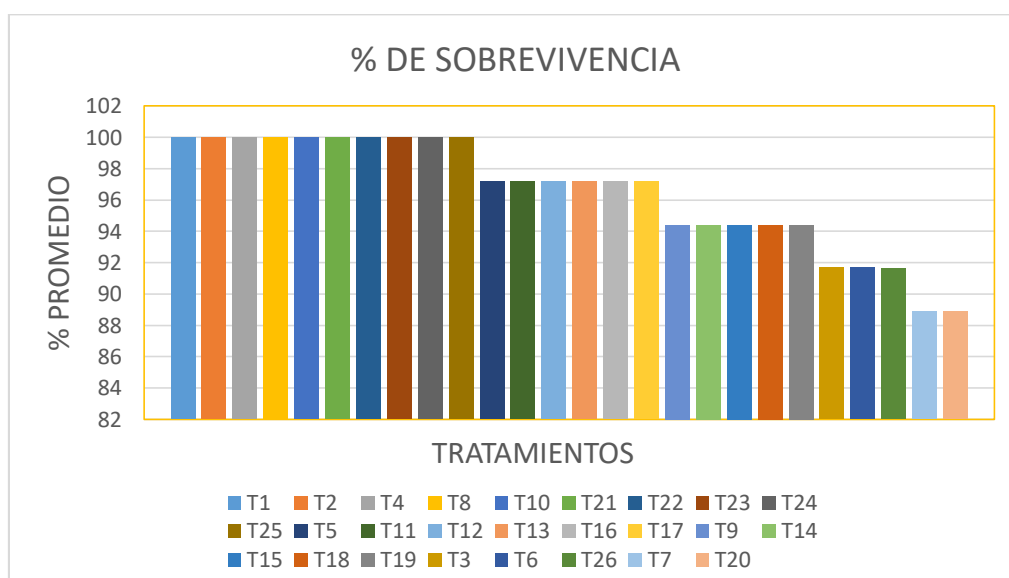


Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos en estudio.

B. Diámetro a la Altura del Cuello DAC (cm) de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

Tabla 9. Análisis de varianza para el DAC de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamientos	8.02	25	0.32	3.97 **
Repeticiones	10.80	5	2.16	26.75 **
Error	10.09	125	0.08	
Total	552.07	156		

C.V = 5.60%

$\bar{X} = 1.83$ cm

El análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello de los clones a los 120 días determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con una media total de 1.83 cm y un coeficiente de variación de 5.60%, se debe a la gran variabilidad que existe entre clones, que lo único en común es que “son de rápido crecimiento” 10 m³ por ha en condiciones ambientales favorables y siempre que se apliquen técnicas adecuadas para la preparación previa del terreno y para el establecimiento y cuidado de las plantaciones (Paillaco, 2010) (Tabla 9).

Tabla 10. Separación de medias según Tukey al 5% para el DAC de los clones en estudio a los 120 días.

Tratamiento	Media	Grupo
T1	2.26	A
T23	2.25	A
T17	2.23	AB
T13	2.19	ABC
T15	2.05	ABCD
T3	2.05	ABCD
T6	2.00	ABCD
T5	1.88	ABCDE
T11	1.88	ABCDE
T16	1.87	ABCDE
T14	1.85	ABCDE
T25	1.82	ABCDE
T24	1.81	ABCDE
T21	1.80	ABCDE
T8	1.77	ABCDE
T19	1.76	ABCDE
T7	1.73	ABCDE
T2	1.72	ABCDE
T10	1.70	ABCDE
T26	1.67	ABCDE
T12	1.63	BCDE
T4	1.60	CDE
T20	1.59	CDE
T22	1.58	CDE
T18	1.56	DE
T 9	1.37	E

** = medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

Una vez realizada la separación de medias según Tukey al 5% se determinó que existen 9 rangos para la variable diámetro a la altura del cuello, en el rango A se encuentran los clones L.A 41(T1) y 85(T23) de *E. urograndis* de la hacienda los

Ángeles, los cuales presentaron mayor crecimiento en (DAC) con una media de 2.26 y 2.25 cm respectivamente, mientras que en el rango E se encuentra el clon L:A 84(T9) de *E. urograndis* el cual presentó menor crecimiento en (DAC) con una media de 1.37 cm esto probablemente se debe a la respuesta de las especies debido a sus características genotípicas diferentes (Tabla 10).

El tratamiento 26 que representa al testigo *E. urograndis* de semilla comercial traído de Brasil con una media de 1.67 cm se encuentra en un rango menor que los clones que presentan mayor crecimiento del diámetro a la altura del cuello, lo que concuerda con el estudio realizado por Lopez *et al.*, (2016), al comparar clones con el material de semilla mejorada de *E. grandis*, la mayoría de los clones evidenciaron alta velocidad de crecimiento, elevada proporción de corteza, alta densidad de la madera, bajo nivel de tensiones de crecimiento y una estabilidad dimensional aceptable a pesar de los altos valores de contractibilidad radial y tangencial.

Tabla 11. Análisis de varianza para el DAC de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamiento	31.26	25	1.25	7.93 **
Repeticiones	24.89	5	4.98	31.57 **
Error	19.71	125	0.16	
Total	2200.93	156		

C.V 3.46 %
 $\bar{X} = 3.70$ cm

El análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello de los clones a los 180 días determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con una media total de 3.70 cm y un coeficiente de variación de 3.46% (Tabla 11).

Tabla 12. Separación de medias según Tukey al 5% para el DAC de los clones en estudio a los 180 días.

Tratamiento (Clon)	Media	Grupo
T17	4.5	A
T13	4.4	AB
T23	4.29	ABC
T15	4.26	ABCD
T1	4.25	ABCDE
T21	4.18	ABCDEF
T6	4.16	ABCDEF
T3	4.01	ABCDEF
T11	3.84	ABCDEFGH
T25	3.74	ABCDEFGHI
T16	3.72	ABCDEFGHI
T19	3.67	ABCDEFGHIJ
T8	3.64	BCDEFGHIJ
T5	3.61	BCDEFGHIJ
T14	3.61	BCDEFGHIJ
T24	3.56	BCDEFGHIJ
T18	3.55	BCDEFGHIJ
T7	3.51	CDEFGHIJ
T12	3.42	DEFGHIJ
T4	3.39	EFGHIJ
T22	3.36	FGHIJ
T26	3.3	GHIJ
T20	3.14	HIJ
T10	3.01	HIJ
T3	2.97	IJ
T9	2.85	J

** = medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

Una vez realizada la separación de medias según Tukey al 5% se determinó que existen 18 rangos para la variable diámetro a la altura del cuello de los clones a los 180 días, en el rango A se encuentra el clon L.A 60(T17) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles el cuál presentó el mayor crecimiento en (DAC) con una media de 4.50 cm, mientras que en el rango J se encuentra el clon L.A 84(T9) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, el cuál presentó el menor crecimiento en (DAC) con una media de 2.85 cm (Tabla 12).

El crecimiento del diametro basal de los clones en el estudio a los 180 días superan al diámetro basal de las plantas de semilla comercial que se encuentra dentro de los tratamientos que presentaron déficit de crecimiento con una media de 3.3 m, como lo menciona Paillaco (2010), en su estudio presentó un diámetro basal de 2.01 m los 180 días de la implementación del ensayo de *E. urograndis*, de plantas provenientes de semilla obtenidas en viveros, esto probablemente se debe a las condiciones ambientales, edafológicas, energía genética de los clones, etc.

Tabla 13. Incremento en porcentaje del diámetro a la altura del cuello.

Tratamiento	Media estimada del DAC a los 120 días	Media estimada del DAC a los 180 días	Incremento	Tratamiento	Media estimada del DAC a los 120 días	Media estimada del DAC a los 180 días	Incremento
T21	1.80	4.19	133%	T17	2.23	4.50	102%
T18	1.57	3.56	127%	T13	2.18	4.40	101%
T22	1.58	3.37	113%	T16	1.87	3.71	99%
T4	1.6	3.39	112%	T26	1.67	3.31	98%
T12	1.63	3.43	111%	T20	1.60	3.14	97%
T19	1.76	3.67	109%	T24	1.81	3.56	97%
T6	2.00	4.15	108%	T3	2.05	4.00	96%
T15	2.05	4.26	108%	T14	1.84	3.61	96%
T9	1.38	2.85	107%	T5	1.88	3.61	92%
T8	1.76	3.64	106%	T23	2.26	4.29	90%
T25	1.82	3.74	105%	T1	2.26	4.25	88%
T11	1.88	3.84	104%	T10	1.70	3.01	77%
T7	1.73	3.52	103%	T2	1.72	2.98	73%

** = medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

El clon L.A 177 (T21) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentó mayor porcentaje de incremento del diámetro a la altura de cuello con un 133%, mientras que el tratamiento que presentó menor incremento fue el clon E-71-J (T2) de *Eucalyptus saligna* traído de Brasil con un porcentaje de incremento del 73% (Tabla 13).

Dentro del estudio se evidencia una alta tasa de incremento de los tratamientos, dominada por el clon L.A 117 *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles esto se debe a que las características genóticas deseadas en campo se establecen de clones híbridos superiores como lo mencionan Martin & Harrand (2005), los híbridos inter específicos tienen potencial para sitios marginales (limitantes climáticas o edáficas), sus bondades responden a determinadas combinaciones, todo lo cual demanda disponer de los mejores genotipos de las especies parentales empleadas en los cruzamientos y una correcta elección del diseño del cruzamiento que permita una precisa determinación de familias híbridas superiores, clones o individuos que sirvan como poblaciones de producción para el empleo operacional de plantones híbridos.

C. Altura de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña.

Tabla 14. Análisis de varianza para la altura de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.

F.V.	S.C	G.L.	C.M.	F
Tratamiento	6.38	25	0.26	9.92 **
Repeticiones	5.37	5	1.07	41.74 **
Error	3.22	125	0.03	
Total	197.44	156		

C.V. 2.49%
 \bar{X} =1.08 m

El análisis de varianza para la altura total de los clones a los 120 días se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con una media total de 1.08 m y un coeficiente de variación de 2.49% (Tabla 14).

Tabla 15. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de los clones y las plantas de semilla comercial a los 120 días.

Tratamiento (Clon)	Media	Grupo
T17	1.48	A
T13	1.43	AB
T6	1.4	AB
T23	1.36	ABC
T3	1.34	ABCD
T15	1.33	ABCDE
T1	1.25	ABCDEF
T11	1.16	ABCDEFGF
T16	1.14	ABCDEFGFH
T24	1.11	DEFGHI
T21	1.09	DEFGHI
T5	1.04	EFGHI
T7	1.02	EFGHI
T8	1.01	EFGHI
T25	1.00	EFGHI
T14	1.00	EFGHI
T18	0.98	FGHI
T12	0.98	FGHI
T4	0.97	FGHI
T22	0.96	FGHI
T26	0.94	FGHI
T2	0.92	FGHI
T15	0.87	GHI
T9	0.83	GHI
T10	0.80	HI
T20	0.72	I

** = medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

Una vez realizada la separación de medias según Tukey al 5% se determinó que existen 14 rangos para la variable altura total de los clones a los 120 días. En el rango A está el clon L.A 60 (T17) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles el cual presentó el mayor crecimiento en altura con una media de 1.48 m, mientras que en el rango I está el clon L.A 137 (T20) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, el cuál presentó el menor crecimiento en altura con una media 0.72 m (Tabla 15).

En los primeros 120 días de la investigación se muestra que el crecimiento en altura está predominado por los clones con una media de 1.48 m, lo contrario ocurre con el tratamiento 26 que representa el testigo de semilla comercial que presenta menor crecimiento con una media de 0.94 m como lo menciona García (2018), muestra en su estudio en los primeros 18 meses los clones presentan mayor crecimiento en altura con una media 9.00 m, mientras el material procedente de semillas de *E. camaldulensis* presentó menor crecimiento con una media de 6.02 m.

Tabla 16. Análisis de varianza para la altura de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Tratamiento	30.98	25	1.24	12.22 **
Repeticiones	22.21	5	4.44	43.81 **
Error	12.67	125	0.10	
Total	950.03	156		

C.V. 5.22
 $\bar{X} = 2.38$ metros

El análisis de varianza para la altura total de los clones a los 180 días se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con una media total de 2.38 m y un coeficiente de variación de 5.22% (Tabla 16).

Tabla 17. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de los clones y las plantas de semilla comercial a los 180 días.

Tratamiento (Clon)	Media	Grupo
T17	3.40	A
T6	3.18	AB
T13	3.01	ABC
T15	2.85	ABCD
T3	2.74	ABCDE
T23	2.72	ABCDEF
T1	2.72	ABCDEF
T11	2.67	BCDEFJ
T7	2.59	BCDEFJH
T21	2.53	BCDEFJHI
T24	2.47	CDEFJHI
T16	2.45	CDEFJHI
T12	2.32	CDEFJHI
T18	2.31	DEFJHI
T8	2.27	EFGHIJ
T19	2.21	EFGHIJK
T5	2.21	EFGHIJK
T25	2.20	EFGHIJK
T4	2.11	FGHIJK
T14	2.04	FGHIJK
T22	2.00	GHIJK
T2	1.97	HIJK
T26	1.90	HIJK
T9	1.85	IJK
T10	1.61	JK
T20	1.58	K

** = medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

Una vez realizada la separación de medias según Tukey al 5% , se determinó que existen 19 rangos para la variable altura total de los clones a los 180 días, en el rango A esta el clon L.A 60 (T17) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles el cual presentó el mayor crecimiento en altura con una media de 3.40 m, mientras que en el rango K está en clon L.A 137 (T20) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles que presentó el menor crecimiento en altura con una media de 1.58 m (Tabla 17).

De la misma manera a los 180 días de la investigación se evidenció que los clones presentan mayor crecimiento en altura con una media de 3.40 m, mientras que las plantas de semilla comercial (testigo) presenta un déficit de crecimiento con una media de 1,90 m, como lo menciona García (2018), en su estudio a los 24 meses los clones presentan mayor crecimiento en altura con una media de 12.32 m lo contrario a las plantas provenientes de semillas de *E. camaldulensis* que presentan menor crecimiento con una media de 8.09 m.

De la misma manera Paillaco (2010), en su estudio presentó un promedio de crecimiento en altura de 2 m a los 180 días de la implementación del ensayo de *E. urograndis*, los resultados presentados por este autor hacen notar el déficit de crecimiento en altura de especies de procedencia sexual obtenidas en vivero frente al potencial crecimiento en altura que presentaron los clones en esta investigación.

Tabla 18. Incremento en porcentaje de la altura.

Tratamiento	Media estimada de la	Media estimada de la	Incremento
	altura a los 120 días	altura a los 180 días	
	(m)	(m)	
T7	1.02	2.58	154%
T19	0.87	2.20	154%
T12	0.98	2.32	136%
T18	0.98	2.31	136%
T21	1.09	2.53	132%
T11	1.16	2.67	131%
T17	1.47	3.40	131%
T6	1.40	3.18	127%
T8	1.00	2.27	126%
T9	0.83	1.85	123%
T24	1.11	2.47	122%
T25	1.00	2.20	120%
T20	0.72	1.58	119%
T1	1.24	2.71	118%
T4	0.97	2.11	117%
T2	0.92	1.97	115%
T5	1.04	2.21	114%
T15	1.33	2.85	114%
T16	1.14	2.45	114%
T13	1.43	3.01	110%
T22	0.96	2.00	108%
T3	1.33	2.73	105%
T14	1.00	2.04	104%
T10	0.80	1.61	102%
T26	0.94	1.90	102%
T23	1.36	2.71	100%

Los clones L.A 61 (T7) y 15 (T19) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentaron mayor porcentaje de incremento en altura con un 154%, mientras que el tratamiento que presentó menor incremento fue el clon L.A 85 (T23) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles con un porcentaje de incremento del 100% (Tabla 18).

VIII. CONCLUSIONES

Al determinar el porcentaje de sobrevivencia de los 24 clones de *Euclyptus urograndis*, un clon de *Eucalyptus saligna* y una planta de semilla comercial de procedencia brasileña, los clones L.A 41 (T1), 198 (T4), 168 (T8), 117 (T21), 128 (T22), 85 (T23), 134 (T24) y 5 (T25) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, E-71-J (T2), de *E. saligna* traído de Brasil y E-154-J (T10) de *E. urograndis* traído de Brasil presentaron el mayor porcentaje de sobrevivencia con un 100%, mientras L.A 61 (T7) y 137 (T20) presentaron el menor porcentaje de sobrevivencia con un 88.9%.

En la evaluación del crecimiento inicial de diámetros y alturas de los 24 clones de *Euclyptus urograndis*, un clon de *Eucaluptus saligna* y una planta de semilla comercial de procedencia brasileña, se determinó que el clon L.A 177 (T21) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentó mayor porcentaje de incremento del diámetro a la altura de cuello con un 133% y los clones L.A 61 (T7) y 15 (T19) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentaron mayor porcentaje de incremento en altura con un 154%, mientras que el tratamiento que presentó menor incremento del diámetro a la altura del cuello fue el clon E-71-J (T2) de *E. saligna* traído de Brasil con un porcentaje de incremento del 73% y el tratamiento que presentó menor incremento en altura fue el clon L.A 85 (T23) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles con un porcentaje de incremento del 100%

IX. RECOMENDACIONES

Para las futuras plantaciones en Novopan del Ecuador S.A se utilice el clon L.A 177 (T21) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, el cual presentó mayor porcentaje de incremento del diámetro a la altura de cuello con un 133%, al igual que los clones L.A 61 (T7) y 15 (T19) de *E. urograndis* mismos que presentaron mayor porcentaje de incremento en altura con un 154%.

Dar seguimiento a esta investigación y continuar con el estudio de crecimiento de longevidad de los 26 clones de *Eucalipto Tropical*, *Eucalyptus* spp en periodos largos de tiempo (3-7-12 años) a fin de conocer el desarrollo de estas especies para futuros mejoramientos genéticos.

X. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar el crecimiento inicial de 26 clones de Eucalipto Tropical, *Eucalyptus* spp en una plantación forestal en la Parroquia Puerto Limón, Santo Domingo; estos clones fueron *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña en las cuales se aplicó el diseño de bloques completos al azar con 25 tratamientos, 6 repeticiones y 1 testigo, determinando así el porcentaje de sobrevivencia de cada tratamiento los clones L.A 41 (T1), 198 (T4), 168 (T8), 117 (T21), 128 (T22), 85 (T23), 134 (T24) y 5 (T25) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles, E-71-J (T2), de *E. saligna* y E-154-J (T10) de *E. urograndis* traído de Brasil presentaron un 100% de sobrevivencia, mientras que los clones L.A 61 (T7) y 137 (T20) presentaron el menor porcentaje de sobrevivencia con un 88.9%. Además se realizó un análisis de varianza para diámetro a la altura del cuello (DAC) y la altura de los clones de *E. urograndis*, *E. saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 y 180 días; manifestando que para la variable DAC, el clon L.A 177 (T21) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentó mayor porcentaje de incremento con un 133%, mientras que el tratamiento que presentó menor incremento fue el clon E-71-J (T2) de *Eucalyptus saligna* traído de Brasil con un porcentaje de incremento del 73%. Por otra parte en la variable altura los clones L.A 61 (T7) y 15 (T19) de *E. urograndis* de la hacienda los Ángeles presentaron mayor porcentaje de incremento en altura con un 154%, mientras que el tratamiento que presentó menor incremento fue el clon L.A 85 (T23) de *E. urograndis* con un porcentaje de incremento del 100%.

Palabras clave: SOBREVIVENCIA DE CLONES - CLONES - SEMILLA COMERCIAL – ALTURA DE CLONES – PLANTACIÓN DE CLONES.

Por: Valeria Pillapa



XI. SUMMARY

The present research proposes: to evaluate the initial growth of 26 clones of Tropical Eucalyptus plant, *Eucalyptus* spp in a forest plantation located in Puerto Limón Parish, Santo Domingo; These clones were *Eucalyptus Urograndis*, *Eucalyptus saligna* and commercial seed plants of Brazilian origin in which the complete random block design was applied with 25 treatments, 6 repetitions and 1 control, thus determining the survival percentage of each treatment of the 41 clones (T1), 198 (T4), 168 (T8) 117 (T21), 128 (T22), 85 (T23), 134 (T24) and 5 (T25) of *E. urograndis* from Los Angeles farm, E-71-J (T2), *E. saligna* y E-154-J (T10) *E. urograndis* brought from Brazil at a 100% survival state, while clones L.A 61 (T7) and 137 (T20) had the lowest survival rate with 88.9%. In addition, an analysis of variance for diameter at collar height (DCH) and the clones height of *E. urograndis*, *E. saligna* and commercial seed plants of Brazilian origin was performed at 120 and 180 days; stating that for the variable DCH, clone L.A 177 (T21) of *E. urograndis* of Los Angeles farm presented a higher percentage of increase with 133%, while the treatment that presented the lowest increase was clone E-71-J (T2) from *Eucalyptus saligna* species brought from Brazil with an increase percentage of 73%. On the other hand, in the height variable, clones LA 61 (T7) and 15 (T19) of *E. urograndis* from Los Angeles farm presented a higher percentage of increase in height with 154%, while the treatment that had presented the lowest increase was clone L.A 85 (T23) of *E. urograndis* with a 100% increase percentage.

Keywords: CLONES SURVIVAL- CLONES - COMMERCIAL SEED – CLONES HEIGHT - CLONES PLANTING.



XII. BLIBLIOGRAFÍA

- Bentec. (2011). *Semillas exóticas (Eucalyptus urograndis). Características generales y usos*. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.bentecsementes.com.br/eucalipto-urograndis/>
- Binkley, C. (2000). *Forestry in the next millennium: challenges and opportunities for the USDA Forest Service*. Resources for the Future. Washington. p. 54.
- Biofiltración de Aguas Residuales Urbanas e Industriales. BIOFOR. (2002). *Sustainable Forestry*. Recuperado el 28 de mayo de 2019. Disponible en: www.neiker.net/biofor/pat1-1.htm
- Boland, J., Brooker, M., Chippendale, G., Hall, N., & Hyland, B. (2006). *Forest trees of Australia*. Melbourne CSIRO. Australia. pp. 67-69.
- Boyle, J. R., Lundkvist, H., & Smith, C. T. (2001). *Ecological considerations for potentially sustainable plantation forests*. Proc 1st International Symposium on Ecological and Societal Aspects of Transgenic Plantations. Oregon State University. Oregon. pp. 151-157.
- Campos, E. (2006). *Variación de la densidad básica de la madera, en siete familias de Larix ecidua Miller*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Austral de Chile. Valdivia. pp. 4-7
- Carpinetti, L. (2005). *Importancia de la Silvicultura Clonal*. (8): 147-150
- Córdova, M. (2002). *Estadística Inferencial*. Lima.
- Cuvi, N. (2005). *Dos cajones con semillas de Eucalipto*. Terra Ecuador, 37. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: http://www.terraecuador.net/revista_37/37_eucalipto.htm.

- Chandi, L. (2006). *Evaluación de la propagación de morera (Morus indica var. Kanva 2), utilizando cuatro períodos y tres sistemas de enraizamiento*. (Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario). Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. pp. 43 - 44.
- Ecuador Forestal. (2010). *Ficha técnica del eucalipto*. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/EUCALIPTO.pdf>
- Ecuador Forestal. (2012). *Ficha técnica #10 Eucalipto (Eucalyptus urograndias). Características y propiedades*. Recuperado el 28 de mayo del 2019. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-10-eucalipto/>
- Espina, A. (2006). *Densidad básica de la madera de Eucalyptus globulus en dos sitios*. Valdivia, Chile. p. 34.
- Feria, M., Chávez, M., Barbón, R., La O, M., Pérez, M., Jiménez-Terry, F., Quiala, E., & Agramonte D. (2008). *Establecimiento in vitro de brotes apicales de Pinus caribaea var. caribaea*. Biotecnología vegetal 8(1): 15-20
- Fernández, A., & Silva, F. (2016). *El Género Eucalyptus (Myrtaceae) en Galicia: Claves y descripción*. Nova Acta Científica Compostelana (Biología). Pontevedra, España. 23: 23-51.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (1993). *Montes: estadísticas ahora para mañana*. Roma, Italia. p. 52.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2005). *Importancia económica*. Recuperado el 28 de mayo del 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ad102s/AD102S08.htm>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2010). *Plantaciones forestales*. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s09.htm>
- Garcia, M. (2018). *Evaluación del crecimiento y adaptabilidad durante el segundo año de dos materiales provenientes de semilla y diez clones del género Eucalyptus; Lanquín, Alta Verapaz*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Rafael Landívar. Guatemala. pp. 21-28
- Gatti, K., Suarez, I., Espitia, M., & Tobar, D. (2011). *Producción de Plántulas Por Miniestacas de Tectona grandis Linn F., Acacia mangium Wild y Gmelina arborea Roxb.* Universidad de Córdoba, Montería – Colombia. p. 75.
- Granada, P. (2006). *Monocultivos de árboles en Ecuador*. Quito - Ecuador :Hersilia Fonseca. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: <http://wrm.org.uy/oldsite/paises/Ecuador/Libro2.pdf>
- González, M. (2016). *Efecto de diferentes Envases en el Crecimiento Inicial de Tres Clones de Eucalyptus grandis*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. pp. 56-59
- Hancock, J. F., & Hokanson, K. E. (2001). *Invasiveness of transgenic vs. exotic plant species: how useful is the analogy*. Preceeding of the First International Symposium on Ecological and Societal Aspects of Transgenic Plantations, S.H. Strauss and H.D Bradshaw. Oregon State University. Oregon, United States. pp. 187-192.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. (2013). *Profesionales de la región andina conocen la experiencia de brasil en innovación y sostenibilidad de plantaciones forestales*. Brasil.

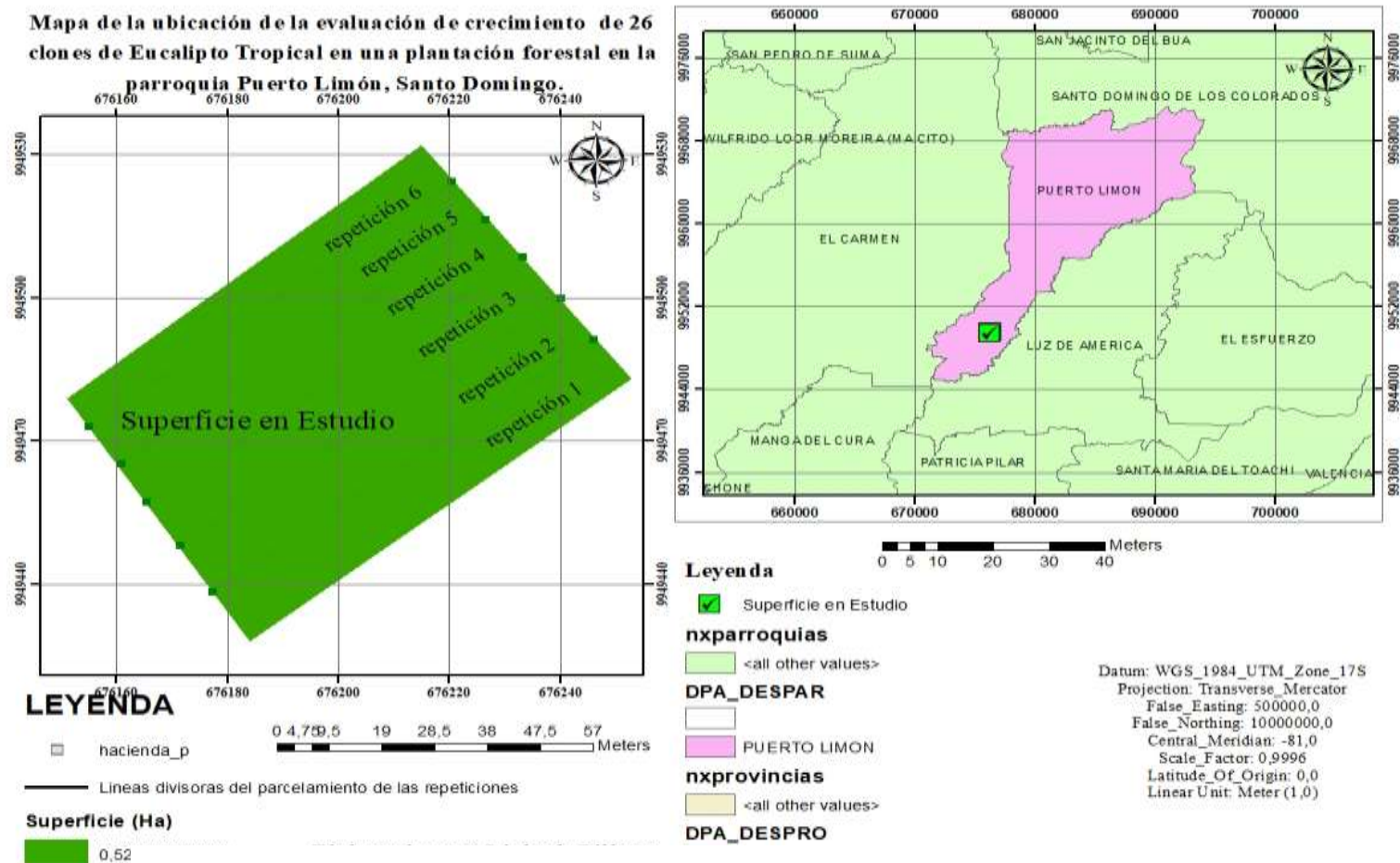
- Jalota, R. K., Sangha, K., & Kohli, R. K. (2000). *Under-storey vegetation of Forest Plantations in N-W India - An Ecological Economic Assessment*. Journal of Tropical Medicinal Plants, 1(2): 115-124.
- Jiménez, L. (2009). *Nota de Aula de Silvicultura*. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador. p 68.
- Juela, T. (2015). *Caracterización de las propiedades físicas de la madera de Eucalyptus saligna Smith en la provincia de Loja*. (Tesis de grado. Ingeniera Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Jovanovic, T., & Booth, T. (2002). *Improved species climatic profiles: a report for the RIRDC/L&W Australia/FWPRDC/MDBC Joint Venture Agroforestry Program*. Hobart: RIRDC Publication.
- Klooster, D. (2000). *Institutional choice, community, and struggle: a case study of Forest co-management in Mexico*. World Deve. 28(1): 1-20
- Lopez, J. A., Harrand, L., Marco, M. A., & Lopez, A. J. (2016). *Variación genética de clones híbridos de Eucalyptus*. Quebracho. 24(1,2): 5-17
- Novopan del Ecuador. (2019). Características climáticas . *Estación Metereológica*. Santo Domingo, Ecuador.
- Meza, A., Rodriguez, J., Gatti, K., & Espinoza, E. (2017). *Propagación de árboles de teca Tectona Grandis L. f. por miniestacas*. (20): 43.
- Madeira, M., Azevedo, A., & Soares, P. (1998). *Effects of site preparation on soil properties and growth in an Eucalyptus globulus plantation*. Actes du XVIème congrès mondial des Sciences du Sol AFES eds contribution. pp. 20-26.

- Martín & Harrand (2005). *Oportunidades y limitaciones en el mejoramiento genético de Eucalyptus grandis para usos sólidos*. I Jornada sobre potencialidad Foresto-Industrial del Eucalipto en Santiago del Estero. Argentina
- Merino, P. L., Gérez, P., & Madrid, S. (2000). *Políticas, Instituciones Comunitarias y Uso de los Recursos Comunes en México*. México: Sociedad Derecho y Medio Ambiente.
- Musálem, M. Á. (2005). *Silvicultura de plantaciones forestales comerciales*. Ra Ximhai, 1(2): 421-425.
- Naidoo, S., Külheim, C., Zwart, L., Mangwanda, R., Oates, C., Visser, E., Wilken, F., & Myburg, A. (2014). *Uncovering the defence responses of eucalyptus to pests and pathogens in the genomics age*, "type": "article-journal", (34): 931-943
- P&C Maderas. (2013). *Ficha técnica Eucalipto tropical (Eucalyptus urograndis). Distribución y hábitat. Propiedades de la madera*. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: file:///C:/Users/comer/Desktop/TODO%20TESIS/ARTÍCULOS%20Y%20DOCUM%20RS/IMPRESAS/EucaliptoUrograndis(EucalyptusUropyllaXEucalyptusGrandis).pdf
- Paillacho, C. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de Eucalyptus urograndis, Gmelina arborea Roxb Y Ochroma pyramidale Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila Luz del cantón Santo Domingo*. (Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario). Universidad Técnica del Ejército. Santo Domingo, Ecuador. p. 130
- Plomion, C. (2001). *Wood formation in trees*. Update on Wood Formation in Trees. 127: 1513-1523.
- Puchaicela, C. (2013). *Estudio de la estructura anatómica y propiedades físico-mecánicas de cinco especies maderables en bosques secundarios del Cantón*

- Zamora. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. p. 61.
- Restrepo, C., & Alviar, M. (2010). *Tasa de descuento y rotación forestal: el caso del Eucalyptus Saligna*. Lecturas de Economía. (73): 149-164.
- Ruiz, M., Alegre, J., Celestino, C., & Toribio, M. (2011). *Clonación y conservación de árboles Singulares de la Comunidad de Madrid*. RedForesta. p 486.
- Sadame, J. (2016). *Teste de uso múltiple de Eucalyptus*. Recuperado el 25 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.projetotume.com/saligna>
- Silva, J. (2006). *Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de la especie forestal Madero Negro (Tabebuia billbergii) o Guayacán*. Recuperado el 29 de mayo de 2019. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos71/comparacion-caracteristicas-madera-madero-negro/comparacion-caracteristicas-madera-madero-negro2.shtml>
- Strauss, S. H., Campbell, M. M., Pryor, S. N., Coventry, P., & Burley, J. (2001). *Plantation certification & genetic engineering: FSC's ban on research is counterproductive*. Journal of Forestry. 99: 4-7.
- Viéitez, F., Corredoira, E., Martínez, M., Cernadas, M., Montenegro, R., & San José, M. (2018). *Clonación y conservación de árboles singulares de Galicia mediante cultivo in vitro*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. 44(1): 41-60

XIII. ANEXOS

Anexo I. Mapa de ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS84 de la superficie en estudio.



Anexo 2. Diseño en campo de la superficie del ensayo en estudio

[illegible]

Anexo 3. Identificación del área de estudio



Anexo 4. Clon L.A 41 enfermo de *Eucalyptus urograndis* (derecha) vs. Clon E-71-J sano de *Eucalyptus saligna* (izquierda).



Anexo 5. Medición del diámetro a la altura del cuello del clon de *Eucalyptus* spp a los 120 y 180 días.



Anexo 6. Medición de la altura del clon de *Eucalyptus* spp a los 120 y 180 días.



Anexo 7. Diámetro promedio de la variable DAC de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
L.A 41	2,93	2,50	2,10	2,72	1,73	1,58
E-7-J	2,08	1,85	1,88	2,00	1,28	1,23
L.A 72	2,06	2,70	2,28	2,70	1,22	1,33
L.A 198	1,70	1,47	1,87	1,85	1,45	1,27
L.A 86	2,48	2,22	1,85	1,80	1,50	1,40
L. A 10	1,92	2,35	2,22	2,02	1,96	1,53
L.A 61	2,10	1,60	2,00	2,02	1,42	1,26
L.A 168	2,37	1,90	2,17	1,57	1,32	1,27
L.A 84	1,02	1,70	1,58	1,53	1,28	1,15
E-154	1,97	1,92	1,88	1,68	1,38	1,37
L.A 194	2,13	2,30	2,22	1,67	1,57	1,40
L.A 49	1,94	1,77	1,53	1,53	1,37	1,62
L.A 13	2,42	2,65	2,68	2,47	1,55	1,34
L.A 203	2,38	2,22	1,87	1,94	1,42	1,24
L.A 93	2,52	2,32	1,82	2,05	1,93	1,64
L.A 37	2,23	2,02	1,87	1,73	1,86	1,50
L.A 60	2,58	2,40	2,52	2,17	1,98	1,70
L.A 192	1,55	1,88	2,02	1,58	1,17	1,20
L.A 15	1,87	2,08	2,03	1,58	1,60	1,38
L.A 137	2,33	1,57	1,43	1,30	1,28	1,68
L.A 117	1,43	1,50	2,17	2,08	2,17	1,43
L.A 128	2,07	1,65	1,88	1,38	1,30	1,20
L.A 85	2,68	2,98	2,63	2,20	1,43	1,60
L.A 134	2,55	2,32	1,45	1,53	1,28	1,73
L.A 5	2,20	1,95	1,68	2,12	1,47	1,52
<i>E.urograndis</i> semilla	2,08	1,65	1,08	1,72	2,13	1,35

Anexo 8. Diámetro promedio de la variable DAC de los clones *de Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y las plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
L.A 41	5,37	4,47	4,15	4,97	3,42	3,12
E-7-J	3,07	3,23	3,53	3,32	2,48	2,23
L.A 72	4,06	4,98	4,52	5,07	3,02	2,38
L.A 198	3,33	3,47	3,42	3,88	3,32	2,92
L.A 86	4,25	4,13	3,87	3,72	3,30	2,38
L. A 10	4,17	4,58	4,47	3,87	3,77	4,08
L.A 61	3,88	3,20	4,15	3,86	3,07	2,94
L.A 168	4,42	3,78	4,28	3,47	3,33	2,55
L.A 84	2,40	3,25	3,22	3,00	2,77	2,47
E-154	3,00	3,10	3,53	2,75	3,20	2,48
L.A 194	3,95	4,67	4,13	3,55	3,45	3,30
L.A 49	3,48	3,58	3,43	3,40	3,27	3,40
L.A 13	4,73	4,70	5,12	4,97	4,23	2,63
L.A 203	4,30	4,33	3,78	3,60	2,97	2,68
L.A 93	4,70	4,90	4,28	4,17	3,78	3,72
L.A 37	4,00	4,22	3,80	3,75	3,50	3,02
L.A 60	4,75	4,58	4,83	4,43	4,30	4,12
L.A 192	3,17	4,05	4,20	3,84	3,03	3,06
L.A 15	3,87	4,03	3,78	3,93	3,48	2,90
L.A 137	3,88	3,45	3,08	2,98	2,43	3,02
L.A 117	4,68	4,63	4,33	4,58	3,40	3,48
L.A 128	3,83	3,77	3,83	3,38	2,95	2,43
L.A 85	4,53	5,02	5,08	4,27	3,27	3,57
L.A 134	4,50	4,22	3,23	3,32	2,88	3,22
L.A 5	4,32	4,13	3,82	4,08	3,08	3,00
<i>E.urograndis</i> semilla	3,58	3,25	2,54	3,52	4,15	2,80

Anexo 9. Altura promedio de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 120 días.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
L.A 41	1,66	1,49	1,18	1,50	0,86	0,78
E-7-J	1,02	1,06	1,06	1,08	0,65	0,63
L.A 72	1,51	1,86	1,47	1,68	0,78	0,72
L.A 198	1,15	0,85	1,19	1,08	0,80	0,77
L.A 86	1,28	1,27	0,99	1,05	0,91	0,72
L. A 10	1,53	1,70	1,66	1,44	1,17	0,91
L.A 61	1,33	0,89	1,20	1,10	0,83	0,77
L.A 168	1,36	1,10	1,14	0,91	0,80	0,72
L.A 84	0,66	1,02	0,88	0,92	0,74	0,76
E-154	0,87	0,84	0,93	0,74	0,71	0,68
L.A 194	1,43	1,49	1,39	0,90	0,93	0,81
L.A 49	1,26	0,99	0,93	0,97	0,83	0,92
L.A 13	1,73	1,58	1,73	1,60	1,07	0,88
L.A 203	1,28	1,31	1,00	0,95	0,82	0,65
L.A 93	1,60	1,56	1,21	1,31	1,25	1,06
L.A 37	1,36	1,29	1,20	1,10	1,08	0,82
L.A 60	1,80	1,60	1,67	1,42	1,32	1,05
L.A 192	0,97	1,26	1,28	0,89	0,71	0,75
L.A 15	1,04	1,15	0,88	0,69	0,77	0,68
L.A 137	0,96	0,70	0,69	0,68	0,60	0,70
L.A 117	1,34	1,35	1,12	1,14	0,82	0,79
L.A 128	1,31	1,04	1,09	0,85	0,80	0,69
L.A 85	1,65	1,74	1,61	1,36	0,84	0,96
L.A 134	1,65	1,37	0,93	0,93	0,81	0,98
L.A 5	1,14	1,06	0,95	1,17	0,84	0,84
<i>E.urograndis</i> semilla	1,11	0,92	0,73	1,02	1,15	0,70

Anexo 10. Altura promedio de los clones de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus saligna* y plantas de semilla comercial de procedencia brasileña a los 180 días

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
L.A 41	3,40	3,17	2,78	3,20	2,04	1,70
E-7-J	2,03	1,96	2,57	2,28	1,61	1,39
L.A 72	2,96	3,25	3,08	3,43	2,08	1,62
L.A 198	2,43	2,25	2,14	2,53	1,67	1,65
L.A 86	2,67	2,82	2,30	2,20	1,97	1,32
L. A 10	2,98	3,38	3,63	3,34	2,80	2,96
L.A 61	3,24	2,10	3,34	2,89	2,05	1,89
L.A 168	3,05	2,69	2,55	1,99	1,54	1,82
L.A 84	1,53	2,40	2,04	1,85	1,62	1,68
E-154	1,79	1,80	1,94	1,34	1,42	1,39
L.A 194	3,12	3,13	3,27	2,50	2,37	1,62
L.A 49	3,19	2,39	2,29	2,23	1,83	1,97
L.A 13	3,35	3,19	3,70	3,41	2,71	1,69
L.A 203	2,61	2,56	2,20	2,01	1,55	1,32
L.A 93	3,52	3,07	2,80	2,74	2,59	2,40
L.A 37	2,73	2,83	2,49	2,53	2,28	1,81
L.A 60	3,84	3,67	3,97	3,40	3,06	2,46
L.A 192	2,12	2,91	3,02	2,23	1,84	1,74
L.A 15	2,58	2,68	2,47	2,18	1,87	1,46
L.A 137	2,18	1,70	1,46	1,71	1,08	1,32
L.A 117	3,06	3,17	2,70	2,57	1,77	1,90
L.A 128	2,56	2,37	2,29	1,72	1,62	1,46
L.A 85	2,94	3,33	3,17	2,88	1,81	2,16
L.A 134	3,46	3,11	1,94	2,21	1,79	2,32
L.A 5	2,45	2,29	2,24	2,82	1,74	1,66
<i>E.urograndis</i> semilla	1,96	1,98	1,65	2,11	2,29	1,40